

ASTIGMATISM-CORRECTING ZOOM LIQUID CRYSTAL LENS

Susumu Sato

333

3

JAPANESE PATENT OFFICE  
PATENT JOURNAL  
KOKAI PATENT APPLICATION NO. SHO 62[1987]-209412

Int. Cl.:	G 02 C 7/06 G 02 F 1/13
Sequence Nos. for Office Use:	7915-2H A-7448-2H
Application No.:	Sho 61[1986]-51996
Application Date:	March 10, 1986
Publication Date:	September 14, 1987
No. of Inventions:	1 (Total of 5 pages)
Examination Request:	No

ASTIGMATISM-CORRECTING ZOOM LIQUID CRYSTAL LENS

[Ranshi hosei shoden kyori kahen ekisho renzu]

Inventor:	Susumu Sato
Applicant:	Jiesu K.K. [transliteration]

[There are no amendments to this patent.]

Claims

1. A type of astigmatism-correcting zoom liquid crystal lens characterized by the following facts: the zoom liquid crystal lens has a liquid crystal layer and electrode base plates for applying voltage on the liquid crystal layer; in this zoom liquid crystal lens, the voltage applying electrode formed on at least one of said electrode base plates is divided into plural portions, and a desired potential distribution is realized on the voltage applying electrode so as to ~~control the state of orientation of the liquid crystal molecules, as a result, astigmatism correction~~ is performed.

2. The astigmatism-correcting zoom liquid crystal lens described in Claim 1 characterized by the fact that the voltage applying electrode divided to plural portions is made of semiconductor elements and transparent electrodes.

3. The astigmatism-correcting zoom liquid crystal lens described in Claim 1 characterized by the fact that the electrode base plates are set facing each other with the liquid crystal layer sandwiched between them, and the voltage applying electrodes formed on both said base plates are divided into plural portions.

4. The astigmatism-correcting zoom liquid crystal lens described in Claim 3 characterized by the fact that the voltage applying electrodes are set orthogonally.

5. The astigmatism-correcting zoom liquid crystal lens described in Claim 3 characterized by the fact that the voltage applying electrode formed on one of said electrode base plates has a concentric configuration, and the voltage applying electrode formed on the other electrode base plate has a radial configuration.

#### Detailed explanation of the invention

##### Industrial application field

The present invention pertains to a type of zoom liquid crystal lens. Especially, the present invention pertains to a type of astigmatism-correcting zoom liquid crystal lens that can correct astigmatism.

##### Prior art

For patients with eye diseases, such as cataracts, etc., and have the crystalline lenses extracted, it is necessary to prepare several pairs of eye glasses having different focal distances, respectively, for use in the cases of different distances. This is inconvenient for the patients. Consequently, there is a demand for development of zoom eye glasses that allow free change of the focal distance. Also, for the focal distance-adjustable lens known as zoom lens as a type of optical lens, adjustment of the focal distance is realized by changing the distances between the plural individual lenses of a lens group as the zoom lens. Consequently, a lens moving mechanism for driving the lens group becomes indispensable. As a result, the requirement for small size and low cost cannot be well met. There is thus a demand for development of a type of zoom lens that allows free change of the focal distance without moving the lenses.

Liquid crystal usually has a slender rod-shaped molecular structure with a length of tens of Å and a width of several Å. The dielectric constant parallel to the axial direction of the liquid crystal molecule and that in the direction perpendicular to the axial direction are not the same. The liquid crystal having the former larger than the latter is called a positive liquid crystal, and the liquid crystal having the latter larger than the former is called a negative liquid crystal.

When a field effect liquid crystal with a positive dielectric anisotropy is loaded between two transparent electrode base plates, and an AC voltage over the threshold is applied on the liquid crystal cell so that the liquid crystal molecules are set parallel to the base plates, under the force acting on the dipolar moment of the liquid crystal molecules, the liquid crystal molecules have their orientation changed so that the liquid crystal molecular axis becomes the voltage applying direction. Consequently, depending on the level of the applied voltage, the liquid crystal molecules oriented parallel to the base plate have their orientation changed continuously to the perpendicular direction. Consequently, with respect to the incident light polarized in the direction of orientation of the liquid crystal molecules, the apparent refractive index of the liquid crystal cell can be changed continuously from the value for the ordinary light to the value for the extraordinary light.

Because said so-called field controlled birefringence effect depends on the relationship between the electric energy and the elastic energy, it is independent of the thickness of the liquid crystal cell, and it can be adjusted as a function of the applied voltage instead of the applied electric field. That is, even when the liquid crystal cell is formed to have a shape of a lens, with thickness of the liquid crystal cell different at different sites, it is still possible to realize a uniform change in the optical refractive index. Consequently, when a liquid crystal having a positive dielectric anisotropy is sealed between base plates having a shape of the lens with the liquid crystal molecules oriented in an appropriate direction, and controlling the orientation direction of the liquid crystal molecules by means of the applied voltage, the apparent refractive index is changed. As a result, the focal distance of the liquid crystal lens can be changed continuously from value  $F_e$  for the extraordinary light to value  $F_o$  for the ordinary light. When a liquid crystal having negative dielectric anisotropy and oriented perpendicularly is used, change in the focal distance with respect to the applied voltage becomes inverted. Even when an magnetic field is applied in place of the application of voltage, it is possible to change the orientation of the liquid crystal molecules. Consequently, it is also possible to form a zoom lens by means of a magnetic field.

#### Problems to be solved by the present invention

However, the conventional liquid crystal eye glasses have no measure for compensating the astigmatism. The cornea of the human eye is not a perfect spherical surface even near the center, and the curvature depends on the direction of the plane containing the optical axis, that is, the meridian plane. Usually, the curvature on the meridian plane in the perpendicular direction is strong, and when represented as the refractive power, the refractive power in this direction is about 0.5-1.0 D higher than that in the horizontal direction. However, there is also astigmatism in the crystalline lens, and this astigmatism cancels that astigmatism of the cornea. When said

cancellation is insufficient, the overall optical system of the eye has an astigmatism, and the eye is known as an astigmatic eye. In order to correct the astigmatism, a lens having different refractive powers with respect to the two principal meridians that are perpendicular to each other is used to cancel the astigmatism of the eye. For the astigmatism-correcting eye glasses using conventional glass lenses, etc., a toric surface is adopted as the front surface or the rear surface. For the liquid crystal lens, too, people have also proposed that electrode base plates with toric surfaces formed on them be used. However, in this case, it is necessary to process the electrode base plates corresponding to the individual difference in the astigmatism correction quantity, and the processing cost is very high. This is undesirable. Also, in the case of abnormal astigmatism due to irregular bumps and dips on the surface of the cornea, it is impossible to correct the astigmatism by simply using an astigmatic lens.

#### Means to solve the problems

In order to solve the aforementioned problem, the present invention provides a type of astigmatism-correcting zoom liquid crystal lens characterized by the following facts: the zoom liquid crystal lens has a liquid crystal layer and electrode base plates for applying voltage on the liquid crystal layer; in this zoom liquid crystal lens, the voltage applying electrode formed on at least one of said electrode base plates is divided into plural portions, and a desired potential distribution is realized on the voltage applying electrode so as to control the state of orientation of the liquid crystal molecules; as a result, astigmatism correction is performed.

#### Operation

According to the present invention, the voltage applying electrode formed on at least one of the electrode base plates is divided into plural portions, and appropriate voltages are applied on the divided voltage applying electrodes. Consequently, an appropriate potential distribution is formed on said electrode base plate. As the orientation state of the liquid crystal molecules sealed between the electrode base plates is determined according to said potential distribution, it is possible to change the refractive index of the liquid crystal layer as a one-dimensional or two-dimensional function on said electrode base plate. Consequently, it is possible to provide a type of astigmatism-correcting zoom liquid crystal lens that can correct the overall astigmatism of the entire optical system of the eye.

#### Application examples

In the following, the present invention will be explained in more detail with reference to application examples illustrated with figures. (1) represents the electrode base plates. Said electrode base plates (1a), (1b) are set facing each other with the liquid crystal layer sandwiched

between them. On electrode base plate (1a), the voltage applying electrode is divided into plural portions (11), (11),..., and electrodes (11), (11),... are electrically insulated from other electrodes (11), (11),..., respectively. For voltage applying electrodes (11), (11),... formed on electrode base plate (1a), adjacent electrodes are connected to each other via resistor  $r$ . At nearly the center of electrode base plate (1a), corresponding voltage applying electrode (11) and the terminating ends of resistors  $r_1, r_2, \dots$  and  $r_5, r_6, \dots$  ( $r_1$  and  $r_8$  as shown in Figure 1) are connected to power source part (2). Electrode base plates (1) should be made of a material that is as transparent as possible, and it is necessary to form the voltage applying electrode on the base plate surface in contact with the liquid crystal layer. Especially, voltage applying electrodes (11), (11),... of electrode base plate (1a) have to be divided into plural portions. After the NESA film and ITO film are formed on electrode base plate (1a), patterning is performed by means of the photoetching method or a laser beam. Because voltage applying electrodes (11), (11),... formed on electrode base plate (1a) are electrically insulated from other voltage applying electrodes (11), (11),..., it is possible to apply different voltages on different voltage applying electrodes (11). That is, because the orientation state of the liquid crystal molecules depends on the applied voltage, by applying different voltages on different voltage applying electrodes (11), it is possible to have the refractive index of the liquid crystal layer change in the lateral (horizontal) direction on the electrode base plate. In the application example shown in Figure 1, by means of dividing resistors  $r_1 - r_9$ , the voltage is divided into the desired voltages for application. As a result, different voltages are applied on voltage applying electrodes (11), respectively. Consequently, first of all, the localized distribution (distribution in the lateral direction) needed for astigmatism correction is computed, and the corresponding applied voltage distribution is computed. According to the applied voltage distribution, the voltage applied on each voltage applying electrode (11) is determined. The resistances of dividing resistors  $r$  for dividing the voltage are computed. The liquid crystal lens with said constitution can be used to correct the astigmatism (the straight astigmatism in this example) just as the conventional optical lens. Also, in this application example, variable resistor (3) and switch (4) are set for adjusting the bias voltage. Variable resistor (3) for adjusting the bias voltage is for setting the voltage as standard. Consequently, by adjusting the voltage of power source (2), it is possible to change the focal distance of the liquid crystal lens. Consequently, the liquid crystal lens with said constitution becomes an astigmatism-correcting zoom liquid crystal lens. With switch (4) as A-side, the highest voltage is applied on the central portion so that the refractive index becomes smaller. Then, as the position moves to the peripheral portion, the refractive index is gradually increased in this constitution. On the other hand, when switch (4) is taken as B-side, contrary to said case, the constitution has the highest refractive index at the central portion. Also, in the present invention, the voltage applying electrode of electrode base plate (1a) is divided into 10 voltage

applying electrodes. However, as needed, it is possible that the dividing number be as large as needed. Also, the applied voltage is divided with dividing resistors  $r$ . However, the voltage dividing scheme is not limited to resistors, and the desired voltages can be obtained using any method. In the aforementioned scheme, by changing the voltage of power source (2) and, at the same time, changing the voltage applied on electrode base plate (1) by means of bias voltage adjusting variable resistor (3). However, one may also adopt other schemes, such as the scheme in which the repeating frequency, duty ratio, etc. are changed. That is, any scheme that can change the effective value of the applied voltage may be adopted. In said application example, only the transparent electrode is adopted as voltage applying electrode (11). In addition, it is possible to adopt a combination of transparent electrodes and semiconductor elements as said voltage applying electrodes (11). That is, semiconductor elements are set as a matrix configuration on electrode base plate (1a) to drive the liquid crystal layer. This type of system is usually called an active matrix system. The cross talk effect does not become a problem, and it is possible to manufacture very fine electrodes. In addition, it is possible to apply any controlled voltages on the various electrodes. Consequently, it is possible to correct the astigmatism with a high precision.

In the following, an explanation will be given regarding an application example in which electrode base plates (1) are set opposite each other with a liquid crystal layer sandwiched between them and voltage applying electrodes (11) formed on both base plates (1) are divided into plural portions. First, an explanation will be given regarding the matrix system shown in Figure 2. (11a) represents a vertical voltage applying electrode group formed on electrode base plate (1a), and (11b) represents a horizontal voltage applying electrode group formed on electrode base plate (1b). Vertical voltage applying electrode group (11a) and horizontal voltage applying electrode group (11b) are set facing each other with the liquid crystal layer sandwiched between them. Voltage applying electrodes (11) are connected to a driving voltage means, and a prescribed voltage is applied at any cross point C of the electrode groups using an appropriate driving method. For example,  $V_5$  is selected from vertical voltage applying electrode group (11a),  $H_1$  is selected from horizontal voltage applying electrode group (11b), and the desired voltage is applied at cross point  $C_{15}$ . Similarly, when  $H=H_4$  and  $V=V_2$  are selected, the desired voltage is applied on cross point  $C_{42}$ . When  $H=H_5$  and  $V=V_6$  are selected, the desired voltage is applied on cross point  $C_{56}$ . Consequently, it is possible to change the refractive index of the liquid crystal layer as a function of the site (two-dimensional) on electrode base plate (1). That is, the distribution of the refractive index needed for correcting the astigmatism is computed, and the corresponding distribution of the applied voltage is determined. As a result, an astigmatism-correcting liquid crystal lens is provided. In addition, by changing the effective value of the overall applied voltage, it is possible to change the focal distance of the liquid

crystal lens. As a result, an astigmatism-correcting zoom liquid crystal lens can be provided. Also, for vertical voltage applying electrode group (11a) and horizontal voltage applying electrode group (11b), it is preferred that the number of the electrodes be increased as needed. Also, any the driving method such as the voltage averaging driving method, 2-frequency driving method, etc., may be adopted. However, it is preferred that a method that can alleviate the cross-talk effect be adopted. The 1/3 bias driving method is especially preferred. In the aforementioned application example, voltage applying electrodes (11a), (11b) are set orthogonally. However, it is possible to form one of electrode base plates (1) as concentric circular shaped electrodes, while forming the other electrode base plate (1) as radial electrodes. In this case, too, it is possible to apply any voltages on the cross points of the electrodes.

Also, at least one of electrode base plates (1) may be formed in a lens shape, or as a Fresnel lens structure. When at least one of electrode base plates (1) has a Fresnel lens structure, it is possible to reduce the effective thickness of the liquid crystal lens. The matrix type voltage applying electrodes with said constitution can correct normal astigmatism, such as straight astigmatism, side astigmatism, and oblique astigmatism, etc. Also, this [design] can correct abnormal astigmatism due to abnormality of the cornea. Also, this invention is not limited to eye glasses. It may also be adopted in the viewing adjusting lens attached on the finder of camera, binocular, and other general optical machines.

#### Effects

In the present invention with the aforementioned constitution, a prescribed potential distribution is given to the plural divided voltage applying electrodes, and it is possible to control the orientation state of the liquid crystal molecules. Consequently, it is possible to change the focal distance and to correct astigmatism. Also, there is no need to perform machine processing corresponding to the astigmatism correction quantity. Consequently, the processing cost can be reduced. These are excellent effects of the present invention.

#### Brief description of the figures

The figures illustrates an application example of the present invention. Figure 1 is a schematic diagram illustrating the application example. Figure 2 is a diagram illustrating the matrix application system.

- |   |  |
|---|--|
| 1 | Electrode base plate                         |
| 2 | Power source part                            |
| 3 | Variable resistor for adjusting bias voltage |
| 4 | Switch                                       |



# 11 Voltage applying electrode

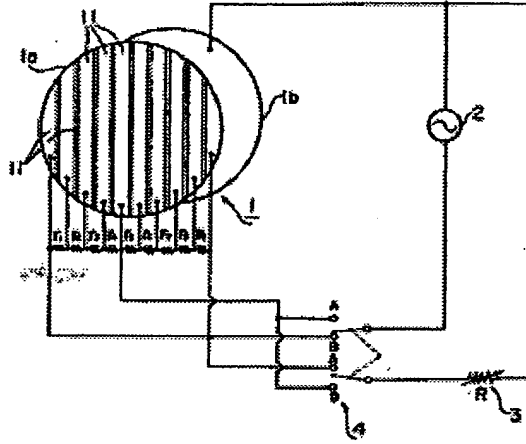


Figure 1

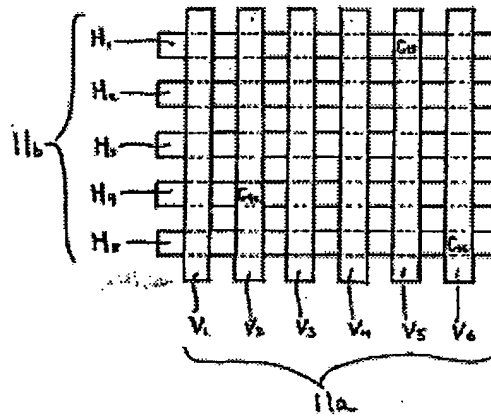


Figure 2

Abstract Text - FPAR (1):

PURPOSE: To vary the focal length of a liquid crystal lens and to correct astigmatism by giving plural divided impression electrodes a desired potential distribution and controlling the orientation state of liquid crystal molecules.

Abstract Text - FPAR (2):

CONSTITUTION: The impression electrodes 11, 11... formed on an electrode substrate 1a are insulated electrically from one another, so mutually different voltages can be impressed to the respective impression electrodes 11. Namely, the orientation state of liquid crystal molecules vary depending upon the impressed voltages, so the mutually difference voltages are impressed to the electrodes 11 to vary the refractive index of a liquid crystal layer laterally (horizontally) on the electrode substrate. In this case, a voltage is divided into the respective desired impressed voltages through division resistances  $r_1 \sim r_9$  and the mutually different voltages are impressed to the respective impression electrodes 11. For the purpose, a place distribution of refractive indexes (lateral distribution) required to correct astigmatism is calculated and an impressed voltage distribution corresponding to it is calculated. Then, the impressed voltages to the respective impression electrodes 11 are determined according to the impressed voltage distribution and the electric resistance values of the division resistances (r) are only calculated so as to divide the voltage to the determined voltage values.

Current US Cross Reference Classification - CCXR (1):

351/176

⑤ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)9月14日

G 02 C 7/06  
G 02 F 1/13

7915-2H  
A-7448-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 乱視補正焦点距離可変液晶レンズ

⑮ 特 願 昭61-51996

⑯ 出 願 昭61(1986)3月10日

⑰ 発 明 者 佐 藤 進 秋田市広面字樋の下29番の3

⑱ 出 願 人 株式会社 ジェス 横手市金沢中野字蛭沢794番地の1

⑲ 代 理 人 弁理士 和泉 雄一 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

乱視補正焦点距離可変液晶レンズ

2. 特許請求の範囲

(1) 液晶層と、この液晶層に電圧を印加するための電極基板とを有する焦点距離可変液晶レンズにおいて、該電極基板の少なくとも一方に形成された印加電極が複数に分割されており、該印加電極に所望の電位分布を与えて前記電極基板間の液晶分子の配向状態を制御することにより、乱視の補正を行なうことを特徴とする乱視補正焦点距離可変液晶レンズ。

(2) 複数に分割されている印加電極が、半導体素子及び透明電極からなる特許請求の範囲第1項記載の乱視補正焦点距離可変液晶レンズ。

(3) 電極基板が、液晶層を挟んで対向して設けられ、前記基板の双方に形成された印加電極が複数に分割されている特許請求の範囲第1項記載の乱視補正焦点距離可変液晶レンズ。

(4) 印加電極が、互いに直交する方向に配列されている特許請求の範囲第3項記載の乱視補正焦点距離可変液晶レンズ。

(5) 電極基板の一方に形成された印加電極が、同心円状に配列されており、他方に形成された印加電極が、放射状に配列されている特許請求の範囲第3項記載の乱視補正焦点距離可変液晶レンズ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は焦点距離可変液晶レンズに係り、特に乱視補正を行なうことのできる乱視補正焦点距離可変液晶レンズに関するものである。

〔従来の技術〕

白内障などの目の疾病により眼球の水晶体が摘出されてしまった場合に、従来の焦点距離が固定のレンズを用いた眼鏡では使用する距離に応じて焦点距離の異なる数種類の眼鏡を用意してそれぞれの状況に応じて使い分ける必要があり、実生活上において多大なる不便さを強いられている。したがって、焦点距離を自由に変化させることので

る屈折レンズの出現が望まれていた。また、光学レンズに用いられるズームレンズと呼ばれる可変焦点レンズの焦点距離の制御はその中の複数枚の単レンズから構成されるレンズ群同士の間隔を変化させることによって行なっている。したがってレンズ群の移動のためレンズ可動機構が不可欠であり、小型化・低コストという要求を十分満足することができず、レンズの移動なしに焦点距離が自由に变化できる焦点距離可変レンズの出現が望まれていた。

液晶は、一般に長さ数10Å、幅が約数Åの細長い棒状分子構造をもっており、また誘電異方性をもち、液晶分子の軸方向に平行な誘電率と直交な方向の誘電率とは一般に一致しない。前者が後者よりも大きいものを正の液晶といい、逆のものは負の液晶といわれている。

2枚の透明電極基板の間に誘電異方性が正の電界効果形液晶を入れ、液晶分子が基板に平行になるように配向させた液晶セルにしきい値以上の交流電圧を印加すると、液晶分子の双極子モーメント

液晶レンズの焦点距離を異常光に対する値 $F_0$ から常光に対する値 $F_c$ まで連続的に変化させることができる。垂直配向させた誘電異方性が負の液晶を用いると印加電圧に対する焦点距離の変化が逆になる。電圧を印加する代わりに磁界を加えても液晶分子の配向状態を変えることができるので、磁界による焦点距離可変レンズとすることもできる。

〔発明が解決しようとする課題点〕

しかしながら、従来の液晶ノガネは乱視に対する補償手段を何ら講じていなかった。人間の目の角膜はその中心付近においても完全な球面ではなく、光軸を含む面すなわち子午面方向によって曲率が異なっている。通常は垂直方向の子午面における曲率が強く、屈折力で表現すれば水平方向の屈折力に対し0.5～1.0D程度大きくなっている。しかしながら水晶体にも非点収差が存在し、この収差が角膜の収差を打ち消す様になっている。この打ち消し補正が不十分であり、目の光学系が全

体として非点収差をもっているものを乱視眼という。そこで、乱視を補正するには、互いに異なる

トに働く力により液晶分子は液晶分子軸を電圧印加方向に向きを変える。したがって、印加電圧の大きさにより基板に平行に配向していた液晶分子を基板に対して垂直方向に連続的にその向きを変えることができる。よって液晶分子の配向の方位に偏光した入射光に対して液晶セルのみかけの屈折率は異常光に対する値から常光に対する値まで連続的に変化する。

このいわゆる電界制御屈折効果は電気的エネルギーと弾性的エネルギーの相対的な関係によって決まるため、液晶セルの厚みに依存せず、また印加電界ではなく印加電圧に依存して変化する事が知られている。つまり、液晶セルがレンズのような形をしており、液晶セルの厚みが各々の場所によって異なっても光学的には一様な屈折率の変化が得られることになる。すなわち、液晶分子を適宜の方向に配向させたレンズの形状を有する基板の間に誘電異方性が正の液晶を封入し、印加電圧により液晶分子の配向方向を制御して液晶セルのみかけの屈折率を変化させることにより、

2つの主経線に対し異なった屈折力を有するレンズを用いて、眼の非点収差を打ち消さなければならない。そこで、一般のガラスレンズ等を用いた乱視補正ノガネでは、前面又は後面にトーリック面等を採用している。液晶レンズにおいても、トーリック面等が形成された電極基板を用いることが考えられるが、乱視補正量の個人差に応じて電極基板を加工しなければならず、加工コストが極めて高くなる課題点があった。更に、角膜表面の不規則な凹凸に起因する不正乱視の場合には、単なる乱視レンズでは乱視補正できないという課題点があった。

〔課題点を解決するための手段〕

本発明は上記課題点に鑑み案出したもので、液晶用と、この液晶用に電圧を印加するための電極基板とを有する焦点距離可変液晶レンズにおいて、該電極基板の少なくとも一方に形成された印加電圧が液晶に分割されており、該印加電圧に電位の電位分布を与えて前記電極基板間の液晶分子の配向状態を制御することにより、乱視の補正を行な

うことを特徴としている。

#### (作 用)

本発明は、電極基板の少なくとも一方に形成された印加電極が複数に分割されており、該分割された印加電極に対してそれぞれ適宜の電圧を印加することができるので、前記電極基板上に適宜の電位分布を形成することができる。そして電極基板間に封入されている液晶分子の配向状態は上記電位分布に従って定まるため、液晶層の屈折率を前記電極基板上で一次元又は二次元的に変化させることができる。従って、望の光学系全体の非点収差を補正することのできる乱視補正色点距離可変液晶レンズを提供することができる。

#### (実施例)

本発明の実施例を図面に基づいて説明すると、1は電極基板であって、液晶層を挟んで該電極基板1a、1bが対向して配置されている。電極基板1aには印加電極11、11…が複数に分割されて形成されており、各電極11、11…はそれぞれ他の電極11、11…と電気的に絶縁されてい

水平)方向に変化させることができる。第1図に示す実施例においては、分割抵抗 $r_1 \sim r_n$ でそれぞれ所望の印加電圧を分圧させ、各印加電極11に異なる電圧が印加できる様になっている。従って、まず乱視補正に必要な屈折率の場所的分布(横方向の分布)を算出し、これに対応する印加電圧分布を計算する。そして、この印加電圧分布に従い各印加電極11の印加電圧を決定し、この決定電圧値が分圧される様な分割抵抗 $r$ の電気抵抗値を計算すればよい。以上の様に構成した液晶レンズは一般の光学レンズと同様に乱視(この場合は直乱視)補正を行なうことができる。なお、本実施例においてはバイアス電圧調整用可変抵抗器3とスイッチ4が設けられている。バイアス電圧調整用可変抵抗器3は、基準となる電圧値を設定するためのもので、電源2の電圧を可変することにより液晶レンズの焦点距離を変化させることができる。従って、この様に構成された液晶レンズは、乱視補正可変色点距離液晶レンズとなる。又、スイッチ4をA個にすると、中心部に最も高い電

る。電極基板1aに形成された印加電極11、11…は、隣合う印加電極11、11同士が互いに抵抗器 $r$ で接続されており、電極基板1aのはば中央部に該当する印加電極11と、直列に接続された抵抗器 $r_1, r_2 \dots$ および $r_n, r_{n-1}$ の最末端(即ち、第1図では $r_1$ と $r_n$ )とが電源部2に接続されている。電極基板1はできるだけ透明な材質が好ましく、液晶層に接する基板面には印加電極を形成する必要がある。特に電極基板1aの印加電極11、11…は、複数に分割して形成する必要がある。電極基板1aにNESA膜やITO膜を形成した後、ホトエッチングする方法や、レーザー光線等を用いてパタニングする方法がある。電極基板1aに形成された印加電極11、11…は、それぞれ他の印加電極11、11…と互いに電気的に絶縁されているので、各印加電極11ごとに異なる電圧を印加することができる。即ち、液晶分子の配向状態は印加電圧に依存して変化するため、各印加電極11ごとに異なる電圧を印加することにより、液晶層の屈折率を電極基板上で横(

圧が印加されて屈折率が小さくなり、周辺部に向かってに従い次第に屈折率が大きくなるように構成されている。そして、スイッチ4をB個にすると、上記の場合と逆に中心部の屈折率が最も大きくなる様に構成されている。なお、本実施例においては電極基板1aの印加電極11を10個に分割したが、必要に応じて分割数を増大することが望ましい。また、印加電圧を分割抵抗 $r$ によって分圧したが、抵抗器による分圧に限らず、いずれの方法で所望の電圧を得てもよい。そして、電源2の電圧を可変するとともにバイアス電圧調整用可変抵抗器3によって電極基板1に印加する電圧を変化させたが、繰り返し周波数やデューティ比等を変化させる方式等であってもよい。すなわち、印加電圧の実効値を変化させる方式であれば足りる。また、上述した実施例は印加電極11に透明電極のみを採用したが、この印加電極11に透明電極と半導体素子を組み合わせたものを適用することもできる。即ち、電極基板1a上に半導体素子をマトリクス状に配列し、液晶層を駆動するもの

である。この方式は通常アクティブマトリックス方式と呼ばれており、クロストーク効果を問題にする必要が全くなく、極めて精細な電極を製造することができ、かつ、各電極に制御された任意の電圧を加えることができるので精度の高い乱視補正を行なうことができる。

次に電極基板1が、液晶層を挟んで対向して設けられ、前記基板1の双方に形成された印加電極11が複数に分割されている場合の実施例を説明する。まず、第2図に示す様なマトリックス方式を説明すると、11aは電極基板1aに形成された垂直印加電極群であり、11bは電極基板1bに形成された水平印加電極群である。垂直印加電極群11aと水平印加電極群11bは液晶層を挟んで対向して設けられている。それぞれの印加電極11は駆動電圧手段に接続されており、適当な駆動方法により任意の電極群の交点Cに対して、所望の電圧を印加できる様に構成されている。例えば、垂直印加電極群11aの中から $V_i$ を選択し、水平印加電極群11bの中から $H_j$ を選択すれば、

電極を形成し、該基板1の能力に放射状電極を形成することも可能である。この場合も、各電極の交点に任意の電圧を印加することができる。

また、電極基板1の少なくとも一方がレンズ形状となってもよく、更にフレネルレンズ構造であってもよい。電極基板1の少なくとも一方がフレネルレンズ構造の場合には、液晶レンズの実効厚みを薄くすることができる。以上の様に構成されたマトリックスタイプの印加電極は、乱視補正、側乱視、斜乱視の様な正乱視の補正だけでなく、角膜の異常による不正乱視をも補正できる効果がある。なお、本発明はノガネレンズに限定されることなく、カノラのファインダーに取り付けられる視度調整レンズや収差眼鏡など一般的光学機械に適用できることはいふまでもない。

#### 〔効果〕

以上の様に構成された本発明は、複数に分割した印加電極に所望の電位分布を与えて液晶分子の配向状態を制御することができるので、焦点距離を変化させることができるうえ、乱視の補正を行

交点 $C_{ij}$ に所望の電圧を印加することができる。同様に $H=H_i$ 、 $V=V_j$ を選択すれば、交点 $C_{ij}$ に所望の電圧が印加され、 $H=H_i$ 、 $V=V_j$ を選択すれば、交点 $C_{ij}$ に所望の電圧が印加される。従って、電極基板1上で場所ごとに(二次元的に)液晶層の屈折率を変化させることができる。すなわち、乱視補正に必要な屈折率の分布を算出し、これに対応する印加電圧分布を決定すれば、乱視補正液晶レンズを提供できる。更に印加電圧全体の実効値を変化させれば、液晶レンズの焦点距離を変化させることができ、乱視補正可変焦点距離液晶レンズを提供できる。また、垂直印加電極群11a及び水平印加電極群11bは、必要に応じて電極数を増加することが好ましい。なお、駆動方法は電圧平均化駆動法や二周波駆動法等があり、いずれの方法も採用できるがクロストーク効果を低減できる方法が好ましい。特に3分の1バイアス駆動法等が好適である。なお、上記実施例においては、印加電極11a、11bが互いに直交する方向に配置したが、電極基板1の一方に同心円状

なうこともできる効果がある。また、乱視補正に応じてレンズを機械加工する必要もないので、加工コストが低いという卓越した効果を有する。

#### 4. 図面の簡単な説明

図は本発明の実施例を示すもので、第1図は概略を示す図であり、第2図はマトリックス印加方式の説明図である。

- 1—電極基板      2—電源部
- 3—バイアス電圧調整用可変抵抗器
- 4—スイッチ      11—印加電極

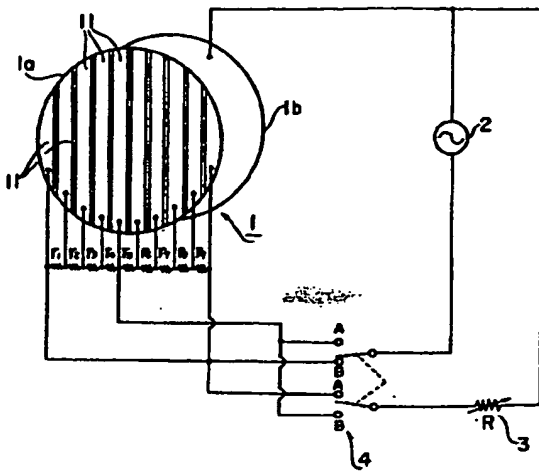
特許出願人 株式会社ジェス

代理人 弁理士 和 泉 雄

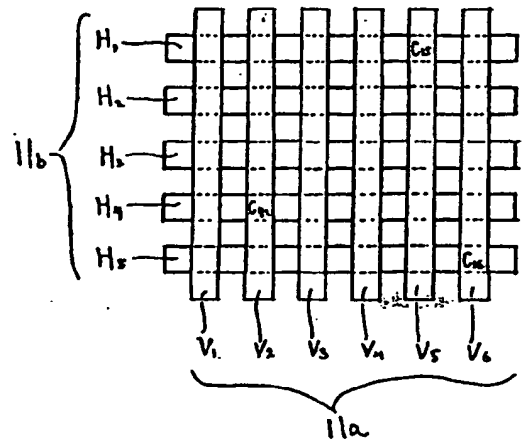
他1名



図面の点線部分に変更なし



第1図



第2図

手続補正書(方式)

昭和62年3月18日

特許庁長官 愚田 明雄 殿

1. 事件の表示 昭和G1年特許願第51996号
2. 発明の名称 乱視矯正魚点距離可変液晶レンズ
3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

秋田県横手市金沢中野字庭沢794番地の1

株式会社 ジェス

代表取締役 石井 隆光

4. 代理人

〒111(電)862-4977(代)

東京都台東区蔵前3丁目1番4号

パングイ蔵前ビル2階

高田国際特許事務所内

(8996) 弁護士 和泉 雄一

他1名

5. 補正命令の日付

昭和62年2月25日(発送日)

6. 補正の対象

図面第1図

7. 補正の内容

別紙のとおり